

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

Dalam melaksanakan suatu penelitian, referensi dan teori diperlukan sebagai landasan argumentasi ilmiah untuk menyelesaikan permasalahan dan analisisnya. Dalam bab ini akan dijelaskan mengenai beberapa landasan teori yang mendukung pembahasan, pengolahan, dan analisis dalam penelitian ini.

2.1 Penelitian Terdahulu

Penelitian terdahulu ialah penelitian yang telah dilakukan sebelumnya dan dijadikan sebagai referensi untuk penelitian yang dilaksanakan. Ringkasan penelitian terdahulu yang digunakan sebagai referensi dan perbandingannya dengan penelitian saat ini dapat dilihat pada Tabel 2.1.

1. Liu, dkk (2011) meneliti dengan tujuan untuk mengetahui hubungan antara desain bentuk bantal terhadap level kenyamanan secara subjektif. Terdapat 4 desain bantal yang dikombinasikan menjadi 8 konfigurasi, yang kemudian diuji berdasarkan tingkat kenyamanannya. Pengujian dilakukan dengan meminta subjek berbaring di 8 konfigurasi bantal selama masing-masing 1 menit, kemudian ditanyakan mengenai perbandingan tingkat kenyamanan bantal 1 dan 2, bantal 1 dan 3, dan seterusnya. Subjek berjumlah 30 orang (16 laki-laki dan 14 perempuan). Konfigurasi bantal 4 merupakan bantal yang paling nyaman baik di bagian kepala, leher, bahu, tinggi, dan kenyamanan secara keseluruhan. Konfigurasi bantal 4 terdiri atas bantal standar, bantal leher, dan bantal bahu.
2. Sinaga, dkk (2012) meneliti dengan tujuan untuk mengetahui berapa lama penekanan mekanikal bantal pasir seberat 2,3 kg selama 2, 4, dan 6 jam yang paling efektif terhadap komplikasi. Penelitian dilakukan dengan metode *randomized controlled trial* pada 90 orang yang dikelompokkan dalam 3 kelompok. Hasil dari penelitian ini yaitu tidak ada kelompok yang mengalami perdarahan dan tidak ada insiden *haematoma*. Sehingga penggunaan bantal pasir sebagai penekan mekanikal sebaiknya selama 2 jam, karena penggunaan bantal pasir semakin lama tidak meningkatkan komplikasi.
3. Jeon, dkk (2014) meneliti dengan tujuan untuk mengetahui dampak perbedaan bentuk bantal terhadap *cervical curve*, temperatur bantal, dan kenyamanan bantal. Bantal yang digunakan yaitu bantal bulu, bantal *memory foam*, dan bantal *orthopedic*. 20 orang

responden (10 laki-laki dan 10 perempuan) diminta untuk berbaring pada ketiga bantal selama masing-masing 30 menit. Saat berbaring, *cervical curve*, temperatur bantal, dan kenyamanan bantal diukur. Hasil dari penelitian ini yaitu *cervical curve* bantal *orthopedic* lebih tinggi secara signifikan dibandingkan dengan bantal lainnya, kenaikan suhu bantal *orthopedic* lebih rendah secara signifikan dibanding bantal lainnya, dan *visual analog scale* menunjukkan bahwa kenyamanan bantal *orthopedic* lebih tinggi secara signifikan dibandingkan dengan bantal lainnya.

4. Muharom & Siswadi (2015) meneliti mengenai desain eksperimen dengan metode *Taguchi* untuk meningkatkan kualitas batu bata dengan bahan baku tanah liat. Faktor-faktor yang berpengaruh terhadap persentase cacat pada batu bata yaitu komposisi, jenis campuran, proses pencampuran, lama pemeraman, waktu penjemuran, jumlah air, dan operator/pekerja. Hasil dari penelitian ini yaitu untuk meningkatkan kekerasan pada batu bata, terdapat beberapa faktor yang berpengaruh. Faktor-faktor tersebut adalah komposisi dengan menambah 5% pasir halus, jumlah air harus ditambah sehingga campuran lebih lunak dengan batasan bentuk tidak berubah waktu cetakan dilepas, dan faktor operator.
5. Landry, dkk (2015), meneliti mengenai pengukuran kualitas tidur pada orang lanjut usia yang berusia lebih dari 55 tahun, dengan membandingkan antara metode subjektif dan metode objektif. Metode subjektif yang digunakan yaitu *Pittsburgh Sleep Quality Index* (PSQI) dan *Consensus Sleep Diary* (CSD). Sedangkan pengukuran objektif menggunakan *actigraphy* dengan *MotionWatch 8*. Hasil dari penelitian ini yaitu kualitas tidur yang dirasakan (metode subjektif) berbeda dengan hasil metode objektif pada orang berusia lebih dari 55 tahun. Perbedaan ini tidak terkait dengan umur, jenis kelamin, pendidikan, atau status kognitif. Pengukuran kualitas tidur pada orang lanjut usia yang terbaik adalah dengan menggunakan metode subjektif dan objektif.
6. Cai & Chen (2016), meneliti pembuatan konsep desain bantal dengan pendekatan ergonomi. Konsep desain bantal yang dibuat bertujuan untuk meningkatkan kualitas tidur. Dalam penelitian ini terdapat 4 kajian yang disampaikan, diantaranya menginvestigasi posisi tidur natural pada 40 subjek berusia 17-36 tahun untuk memperoleh poin kunci dalam membuat desain bantal, mengukur dimensi tubuh yang berhubungan dengan desain bantal pada 40 subjek untuk menentukan ukuran bantal, membuat desain bantal berdasarkan kajian sebelumnya, dan menilai kualitas tidur 6 subjek dengan menggunakan desain bantal yang dibuat dibandingkan dengan bantal yang digunakan sekarang ini. Hasil dari kajian 1 yaitu terdapat 4 posisi tidur natural,

yaitu telentang, miring ke kiri, miring ke kanan, dan tengkurap. Proporsi durasinya adalah 59%, 22%, 18% dan 1%. Tinggi bantal yang ada saat ini terlalu tinggi untuk posisi telentang, namun terlalu rendah untuk posisi miring. Hasil kajian 2 adalah tinggi bantal untuk laki-laki posisi telentang yaitu 3,7 cm dan untuk posisi miring yaitu 14,8 cm. Tinggi bantal untuk perempuan pada posisi telentang yaitu 2,5 cm dan pada posisi miring yaitu 11,5 cm. Hasil dari kajian 3 adalah bentuk konsep desain bantal yang dibuat adalah bentuk U tampak depan. Bantal tersebut memiliki desain lebih rendah di area tengah yang digunakan untuk tidur pada posisi telentang dan lebih tinggi di area kanan dan kiri yang digunakan untuk tidur pada posisi miring. Hasil dari kajian 4 adalah konsep desain bantal yang baru dapat meningkatkan kualitas tidur.

7. Ren, dkk (2016) meneliti untuk mengetahui dampak tinggi bantal terhadap tekanan di bagian kepala-leher dan posisi leher-tulang belakang. 10 responden (5 laki-laki dan 5 perempuan) diminta untuk berbaring pada bantal dengan tinggi yang berbeda, yaitu H_0 11 cm, H_1 13 cm, H_2 15 cm, dan H_3 17 cm. Saat berbaring tekanan *cranio-cervical* direkam, serta tekanan rata-rata dan tekanan tertingginya dicatat. Tekanan rata-rata dan tekanan tertinggi setiap bantal dibandingkan dengan *One-way ANOVA*. Hasil dari penelitian ini yaitu tekanan rata-rata daerah kepala dengan bantal H_3 mencapai 30% lebih tinggi daripada bantal H_0 serta terdapat perbedaan tekanan rata-rata pada H_1 dan H_2 secara signifikan. Tekanan rata-rata daerah leher dengan bantal H_0 adalah 65% lebih rendah daripada H_3 serta terdapat perbedaan tekanan rata-rata pada H_1 dan H_2 secara signifikan. Tekanan tertinggi daerah leher pada H_2 dan H_3 berbeda secara signifikan dibanding dengan pada H_0 . Peningkatan tinggi bantal meningkatkan tekanan di daerah kepala dan leher secara signifikan.
8. Munawaroh, dkk (2016) meneliti untuk menentukan keempukan bantal berdasarkan parameter fisis dengan menentukan komposisi kapuk pengisi bantal sehingga menghasilkan bantal yang empuk dengan biaya produksi rendah. Karakter fisis keempukan bantal ditinjau dari konstanta gaya bantal. Terdapat 5 bantal yang memiliki ukuran dan densitas yang sama dengan komposisi kapuk yang berbeda. Kapuk yang digunakan yaitu kapuk berkualitas tinggi dan sedang. Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa untuk menghasilkan bantal yang empuk dengan biaya produksi rendah, bantal diisi kapuk berkualitas tinggi dan sedang dengan persentase sebesar 50:50.

Tabel 2.1
Perbandingan Penelitian Terdahulu dengan Penelitian Saat Ini

No	Peneliti	Metode	Objek Penelitian	Hasil
1.	Liu, dkk (2011)	AHP	Konfigurasi 8 bantal yang diuji coba oleh subjek	Konfigurasi bantal 4 merupakan bantal yang paling nyaman baik di bagian kepala, leher, bahu, tinggi, dan kenyamanan secara keseluruhan. Konfigurasi bantal 4 terdiri atas bantal standar, bantal leher, dan bantal bahu
2.	Sinaga, dkk (2012)	<i>Randomized controlled trial</i>	90 orang yang dibagi dalam 3 kelompok	Tidak ada kelompok yang mengalami perdarahan dan tidak ada insiden <i>haematoma</i> . Sehingga penggunaan bantal pasir sebagai penekan mekanikal sebaiknya selama 2 jam, karena penggunaan bantal pasir semakin lama tidak meningkatkan komplikasi
3.	Jeon, dkk (2014)	Perbandingan 3 bantal	20 responden berbaring pada 3 bantal (<i>orthopedic</i> , bulu, <i>memory foam</i>) selama masing-masing 30 menit	<i>Cervical curve</i> bantal <i>orthopedic</i> lebih tinggi dibandingkan dengan bantal lainnya, kenaikan suhu bantal <i>orthopedic</i> lebih rendah dibanding bantal lainnya, dan <i>visual analog scale</i> menunjukkan bahwa kenyamanan bantal <i>orthopedic</i> lebih tinggi dibandingkan dengan bantal lainnya
4.	Muharom & Siswadi (2015)	<i>Taguchi</i>	Batu bata	Beberapa faktor yang berpengaruh untuk meningkatkan kualitas batu bata yaitu dengan menambah 5% pasir halus, menambah jumlah air, dan faktor operator.
5.	Landry, dkk (2015)	Metode subjektif (PSQI dan CDS) dan metode objektif (<i>actigraphy</i> dengan <i>MotionWatch 8</i>)	Orang lanjut usia lebih dari 55 tahun	Kualitas tidur yang diukur dengan metode subjektif maupun objektif menunjukkan hasil yang berbeda. Perbedaan tidak ada kaitannya dengan umur, jenis kelamin, pendidikan, dan status kognitif. Pengukuran kualitas tidur pada orang berusia lebih dari 55 tahun paling baik dengan menggunakan kedua metode tersebut.

No	Peneliti	Metode	Objek Penelitian	Hasil
6.	Cai & Chen (2016)	Pendekatan ergonomi	40 subjek berusia 17-36 tahun	Terdapat 4 posisi tidur yaitu telentang, miring ke kiri, miring ke kanan, dan tengkurap. Saat ini bantal yang ada terlalu tinggi untuk posisi telentang dan terlalu rendah untuk posisi miring. Tinggi bantal untuk posisi telentang dan miring yaitu 3,7 cm dan 14,8 cm untuk laki-laki serta 2,5 cm dan 11,5 cm untuk perempuan. Konsep desain bantal berbentuk U tampak depan dengan bagian tengah lebih rendah dan bagian samping lebih tinggi. Konsep desain bantal ini dapat meningkatkan kualitas tidur
7.	Ren, dkk (2016)	<i>One-way</i> ANOVA	10 responden diminta untuk berbaring di bantal dengan tinggi H ₀ 11 cm, H ₁ 13 cm, H ₂ 15 cm, dan H ₃ 17 cm.	Tekanan rata-rata daerah kepala dengan bantal H ₃ mencapai 30% lebih tinggi daripada bantal H ₀ . Tekanan rata-rata daerah leher dengan bantal H ₀ adalah 65% lebih rendah daripada H ₃ . Tekanan tertinggi daerah leher pada H ₂ dan H ₃ berbeda secara signifikan dibanding dengan pada H ₀ . Peningkatan tinggi bantal meningkatkan tekanan di daerah kepala dan leher secara signifikan.
8.	Munawaroh, dkk (2016)	Perhitungan konstanta gaya bantal	5 Bantal dengan ukuran dan densitas sama tetapi komposisi kapuk berbeda	Bantal yang empuk dengan biaya produksi rendah yaitu bantal berisi kapuk dengan persentase kapuk kualitas tinggi dan sedang yaitu 50:50.
9.	Penelitian saat ini	<i>Taguchi</i> dengan menggunakan PSQI	Bantal tidur untuk mahasiswa	Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui komposisi bahan dan dimensi bantal tidur terbaik untuk meningkatkan kualitas tidur.

2.2 Ergonomi

Ergonomi merupakan istilah yang berasal dari bahasa Yunani. Ergonomi berasal dari kata ‘ergon’ yang berarti ‘kerja’ dan ‘nomos’ yang berarti ‘hukum’ atau ‘aturan’. Jadi,

ergonomi dapat diartikan sebagai hukum atau aturan kerja. Menurut Nurmianto (2003), ergonomi merupakan studi tentang aspek-aspek manusia dalam lingkungan kerjanya yang ditinjau secara anatomi, fisiologi, psikologi, *engineering*, manajemen, dan desain atau perancangan. Dalam Kamus Besar Bahasa Indonesia, ergonomi memiliki dua arti. Pertama, ergonomi merupakan penyerasian antara pekerja, jenis pekerjaan, dan lingkungan. Arti lainnya yaitu ilmu tentang hubungan antara manusia, mesin yang digunakan, dan lingkungan kerjanya. Jadi, pada dasarnya ergonomi merupakan ilmu yang meneliti hubungan antara manusia dan lingkungan kerjanya baik secara fisik maupun non-fisik. Lingkungan kerja non-fisik dapat diteliti melalui aktivitas sehari-hari pekerja, salah satunya yaitu aktivitas tidur. Hal yang dapat diamati saat seseorang tidur adalah postur. Berikut merupakan pengertian dari postur tubuh dan kenyamanan tidur.

2.2.1 Postur Tubuh

Dalam Kamus Besar Bahasa Indonesia, postur berarti bentuk atau keadaan tubuh, perawakan. Tubuh berarti keseluruhan jasad manusia atau binatang yang kelihatan dari bagian ujung kaki sampai ujung rambut. Menurut Sugiyanto (2001), postur tubuh merupakan perpaduan antara tinggi badan, berat badan, serta berbagai ukuran antropometrik lainnya pada diri seseorang. Sehingga postur tubuh dapat diartikan bentuk atau keadaan tubuh seseorang yang dilihat dari ujung kaki hingga ujung rambut, yang merupakan perpaduan antara tinggi badan, berat badan, dan ukuran antropometrik lainnya.

Postur kerja seseorang merupakan hubungan antara dimensi tubuh seseorang dengan dimensi berbagai benda yang dihadapinya dalam pekerjaan (Pheasant, 1986). Postur kerja dapat dipengaruhi oleh berbagai faktor, diantaranya:

1. Karakteristik pekerja/*personal factor*, misalnya umur, antropometri, berat badan, pergerakan sendi, gangguan *musculoskeletal* yang pernah dialami, operasi yang pernah dijalani, penglihatan, jangkauan tangan, dan obesitas.
2. *Task requirements*, misalnya kebutuhan visual, kebutuhan untuk pekerjaan manual, pergantian *shift*, waktu istirahat, dan pekerjaan statis/dinamis.
3. *Workspace design*, misalnya dimensi tempat duduk, dimensi permukaan kerja, desain tempat duduk, dimensi ruang kerja, serta tingkat dan kualitas pencahayaan (Bridger, 2003).

2.2.2 Kenyamanan Tidur

Menurut Kamus Besar Bahasa Indonesia, kenyamanan merupakan keadaan nyaman, kesegaran, kesejukan. Tidur merupakan proses perubahan keadaan sadar seseorang yang terjadi berulang selama periode waktu tertentu (Potter & Perry, 2005). Sedangkan menurut Chopra (2003), tidur merupakan dua keadaan yang saling bertolak belakang dimana tubuh beristirahat dengan tenang serta aktivitas metabolisme menurun, tetapi di saat yang sama otak bekerja lebih keras selama periode bermimpi dibandingkan dengan ketika melakukan aktivitas di siang hari. Dari beberapa pengertian tersebut, dapat diartikan bahwa kenyamanan tidur merupakan keadaan nyaman yang dirasakan seseorang ketika tubuh sedang beristirahat dengan tenang dan kesadaran seseorang berubah. Kenyamanan tidur dapat dilihat berdasarkan *thermal comfort* dan postur tidur.

2.3 Pittsburgh Sleep Quality Index (PSQI)

Pittsburgh Sleep Quality Index atau yang biasa disebut PSQI pada mulanya dikembangkan untuk membantu para pekerja medis. Tujuan awal pengembangan PSQI adalah untuk menyediakan pengukuran kualitas tidur yang reliabel, valid, terstandarkan; untuk mengelompokkan orang pada kategori orang tidur yang “baik” atau “buruk”; untuk menyediakan *index* yang mudah diinterpretasikan oleh dokter dan peneliti; dan untuk menyediakan penilaian gangguan tidur yang mungkin berpengaruh terhadap kualitas tidur. 19 pertanyaan dalam kuesioner PSQI menilai kualitas tidur dengan penilaian subjektif pada 7 item, diantaranya *sleep quality*, *sleep latency*, *sleep duration*, *habitual sleep efficiency*, *sleep disturbance*, *use of sleeping medication*, dan *daytime dysfunction*. 7 item tersebut diberikan bobot yang sama pada skala 0-3. Skor total PSQI bervariasi antara 0-21 dimana semakin tinggi skor PSQI menunjukkan kualitas tidur yang semakin buruk (Buysse dkk, 1989). PSQI merupakan alat penilaian kualitas tidur yang cepat dan mudah digunakan. PSQI memerlukan jawaban responden yang benar-benar merefleksikan kebiasaan tidur responden selama sebulan terakhir. Keakuratan jawaban responden bergantung pada kapasitas kognitif masing-masing responden (Landry dkk, 2015). Kuesioner PSQI ditunjukkan pada Lampiran 2. Langkah perhitungan skor PSQI dibagi ke dalam 7 komponen yang dijelaskan sebagai berikut.

1. Komponen 1: *Subjective sleep quality*

Subjective sleep quality merupakan penilaian responden terhadap kualitas tidurnya secara subjektif dalam rentang waktu tertentu. Untuk mendapatkan skor komponen 1,

perlu dilakukan pemeriksaan jawaban pada pertanyaan no. 6 dan tetapkan skor berdasarkan Tabel 2.2 berikut.

Tabel 2.2
Respon Skor Komponen 1

Respon	Skor Komponen 1
Sangat baik	0
Cukup baik	1
Cukup buruk	2
Sangat buruk	3

Skor tersebut kemudian ditetapkan sebagai skor komponen 1.

2. Komponen 2: *Sleep latency*

Sleep latency merupakan lama waktu yang dibutuhkan hingga responden tertidur di malam hari. Untuk mendapatkan skor komponen 2, perlu dilakukan beberapa langkah. Pertama yaitu periksa jawaban dari pertanyaan no. 2 dan tetapkan skor berdasarkan Tabel 2.3 berikut.

Tabel 2.3
Respon Pertanyaan 2

Respon	Skor
≤ 15 menit	0
16-30 menit	1
31-60 menit	2
> 60 menit	3

Skor tersebut kemudian ditetapkan sebagai skor pertanyaan 2. Kemudian dilakukan pemeriksaan jawaban pada pertanyaan 5a dan tetapkan skor berdasarkan Tabel 2.4.

Tabel 2.4
Respon Pertanyaan 5a

Respon	Skor
Tidak pernah selama lima hari terakhir	0
Kurang dari satu kali dalam lima hari terakhir	1
Satu kali atau dua kali dalam lima hari	2
Tiga kali atau lebih dalam lima hari	3

Skor tersebut kemudian ditetapkan sebagai skor pertanyaan 5a. Selanjutnya, skor pertanyaan 2 dan 5a dijumlahkan, dan ditetapkan skor komponen 2 berdasarkan Tabel 2.5 berikut.

Tabel 2.5
Skor Komponen 2

Jumlah skor pertanyaan 2 dan 5a	Skor
0	0
1-2	1
3-4	2
5-6	3

Skor tersebut kemudian ditetapkan sebagai skor komponen 2.

3. Komponen 3: *Sleep duration*

Sleep duration merupakan lama waktu tidur aktual yang dilakukan oleh responden. Untuk mendapatkan skor komponen 3, perlu dilakukan pemeriksaan jawaban pertanyaan no. 4 dan tetapkan skor seperti pada Tabel 2.6 berikut.

Tabel 2.6

Respon Skor Komponen 3

Respon	Skor Komponen 3
> 7 jam	0
6-7 jam	1
5-6 jam	2
< 5 jam	3

Skor tersebut kemudian ditetapkan sebagai skor komponen 3.

4. Komponen 4: *Habitual sleep efficiency*

Habitual sleep efficiency merupakan efisiensi kebiasaan tidur yang dihitung berdasarkan lamanya waktu tidur dengan lamanya waktu yang dihabiskan di tempat tidur. Untuk mendapatkan skor komponen 4, perlu dilakukan beberapa langkah perhitungan. Langkah pertama yaitu dengan menuliskan jumlah jam tidur berdasarkan jawaban pertanyaan nomor 4. Selanjutnya menghitung jumlah jam yang dihabiskan di tempat tidur dengan mengurangi jawaban pertanyaan 3 (waktu bangun tidur) dan pertanyaan 1 (waktu pergi ke tempat tidur). Selanjutnya menghitung efisiensi kebiasaan tidur dengan rumus sebagai berikut.

$$\text{Efisiensi kebiasaan tidur} = \left(\frac{\text{jumlah jam tidur}}{\text{jumlah jam yang dihabiskan di tempat tidur}} \right) \times 100\%$$

Langkah terakhir yaitu menetapkan skor komponen 4 berdasarkan Tabel 2.7.

Tabel 2.7

Respon Skor Komponen 4

Respon	Skor Komponen 4
> 85%	0
75-84%	1
65-74%	2
< 65%	3

Skor tersebut kemudian ditetapkan sebagai skor komponen 4.

5. Komponen 5: *Sleep disturbances*

Sleep disturbances merupakan penilaian responden terhadap hal-hal yang mungkin dialaminya saat tidur. Perhitungan skor komponen 5 didasarkan pada jawaban pertanyaan 5b hingga 5j. Jawaban dari masing-masing pertanyaan tersebut diberikan skor berdasarkan Tabel 2.8.

Tabel 2.8

Respon Pertanyaan 5b-5j

Respon	Skor
Tidak pernah selama lima hari terakhir	0
Kurang dari satu kali dalam lima hari terakhir	1
Satu kali atau dua kali dalam lima hari	2
Tiga kali atau lebih dalam lima hari	3

Kemudian skor dari pertanyaan 5b hingga 5j dijumlahkan. Jumlah dari skor tersebut kemudian diperiksa dan ditetapkan skor komponen 5 berdasarkan Tabel 2.9.

Tabel 2.9

Respon Skor Komponen 5

Jumlah skor 5b-5j	Skor Komponen 5
0	0
1-9	1
10-18	2
19-27	3

Skor tersebut kemudian ditetapkan sebagai skor komponen 5.

6. Komponen 6: *Use of sleeping medication*

Use of sleeping medication merupakan penilaian mengenai seberapa sering responden meminum obat untuk membantunya tertidur. Untuk mendapatkan skor komponen 6, perlu dilakukan pemeriksaan jawaban pertanyaan 7 dan tetapkan skor komponen 6 berdasarkan Tabel 2.10.

Tabel 2.10

Respon Pertanyaan 7

Respon	Skor
Tidak pernah selama lima hari terakhir	0
Kurang dari satu kali dalam lima hari terakhir	1
Satu kali atau dua kali dalam lima hari	2
Tiga kali atau lebih dalam lima hari	3

Skor tersebut kemudian ditetapkan sebagai skor komponen 6.

7. Komponen 7: *Daytime dysfunction*

Daytime dysfunction merupakan penilaian responden terhadap dirinya mengenai masalah-masalah yang sedang dihadapinya selama waktu tertentu. Skor komponen 7 didapatkan dengan beberapa langkah. Pertama, memeriksa jawaban pertanyaan 8 dan menetapkan skor pertanyaan 8 berdasarkan Tabel 2.11 berikut.

Tabel 2.11

Respon Pertanyaan 8

Respon	Skor
Tidak pernah selama lima hari terakhir	0
Kurang dari satu kali dalam lima hari terakhir	1
Satu kali atau dua kali dalam lima hari	2
Tiga kali atau lebih dalam lima hari	3

Skor tersebut kemudian ditetapkan sebagai skor pertanyaan 8. Selanjutnya, dilakukan pemeriksaan jawaban pertanyaan 9 dan tetapkan skor berdasarkan Tabel 2.12.

Tabel 2.12

Respon Pertanyaan 9

Respon	Skor
Tidak ada masalah sama sekali	0
Ada sedikit sekali masalah	1
Ada sedikit masalah	2
Ada masalah yang sangat besar	3

Skor tersebut kemudian ditetapkan sebagai skor pertanyaan 9. Kemudian jumlahkan skor pertanyaan 8 dan 9, dan tetapkan skor komponen 7 berdasarkan Tabel 2.13.

Tabel 2.13

Respon Skor Komponen 7

Jumlah skor pertanyaan 8 dan 9	Skor
0	0
1-2	1
3-4	2
5-6	3

Skor tersebut kemudian ditetapkan sebagai skor komponen 5.

8. *Global PSQI Score*

Global PSQI score merupakan skor global PSQI didapatkan dengan menjumlahkan skor seluruh komponen.

2.4 Desain Eksperimen

Desain eksperimen merupakan evaluasi terhadap dua atau lebih parameter terhadap kemampuannya untuk mempengaruhi rata-rata atau variabilitas hasil gabungan dari suatu karakteristik produk atau proses. Desain eksperimen dilakukan dengan menentukan level dari faktor kontrol yang bervariasi, hasil dari pengujian kemudian diamati, kemudian dianalisis untuk menentukan faktor-faktor mana yang berpengaruh dan apakah hal tersebut menghasilkan perbaikan lebih lanjut. Desain eksperimen yang digunakan dalam penelitian ini yaitu metode *Taguchi*.

2.4.1 Metode *Taguchi*

Menurut Soejanto (2009), metode *Taguchi* adalah metodologi baru yang memiliki tujuan untuk memperbaiki kualitas produk dan proses yang dalam waktu bersamaan dapat menekan biaya dan sumber daya seminimal mungkin. Metode ini menjadikan produk atau proses bersifat kokoh atau *robust* terhadap faktor gangguan atau *noise*, sehingga juga sering disebut *robust design*. Metode *Taguchi* menggunakan matriks khusus yang disebut matriks *orthogonal*. Matriks *orthogonal* merupakan langkah untuk menentukan jumlah eksperimen

minimal yang dapat memberikan informasi sebanyak mungkin semua faktor yang mempengaruhi parameter.

2.4.2 Langkah-Langkah Metode *Taguchi*

Langkah-langkah dalam melakukan desain eksperimen dengan metode *Taguchi* meliputi perumusan masalah, penentuan tujuan eksperimen, penentuan variabel tak bebas, identifikasi faktor-faktor (variabel bebas), pemisahan faktor kontrol dan faktor gangguan, penentuan jumlah level dan nilai level faktor, perhitungan derajat kebebasan, pemilihan matriks *orthogonal*, penempatan kolom untuk faktor dan interaksi ke dalam matriks *orthogonal*, pelaksanaan eksperimen, melakukan analisis eksperimen, serta melakukan eksperimen konfirmasi (Soejanto, 2009). Berikut merupakan penjelasan dari masing-masing langkah.

1. Perumusan masalah

Langkah awal dalam melakukan desain eksperimen dengan metode *Taguchi* yaitu dengan merumuskan atau mendefinisikan masalah yang diteliti. Perumusan masalah harus spesifik dan jelas secara teknis dan dapat dituangkan ke dalam eksperimen yang dilakukan.

2. Tujuan eksperimen

Tujuan yang menjadi dasar dalam melakukan eksperimen harus dapat menjawab perumusan masalah yang telah dinyatakan sebelumnya.

3. Penentuan variabel tak bebas

Variabel tak bebas merupakan variabel yang perubahannya tidak bergantung pada variabel lainnya. Dalam eksperimen *Taguchi* variabel tak bebas juga merupakan karakteristik kualitas yang diklasifikasikan dalam tiga kategori, yaitu:

a. Karakteristik yang dapat diukur

Hasil akhir suatu pengamatan diukur dengan skala kontinyu.

b. Karakteristik atribut

Hasil akhir suatu pengamatan diukur tidak dengan skala kontinyu, melainkan diklasifikasikan dalam kelompok tertentu.

c. Karakteristik dinamik

Yaitu representasi dari proses yang diamati. Artinya proses yang diamati dianggap sebagai *signal* dan *output* digambarkan sebagai hasil dari *signal*.

4. Identifikasi faktor-faktor (variabel bebas)

Variabel bebas atau faktor merupakan variabel yang perubahannya bergantung pada variabel lainnya. Di tahap ini dipilih faktor apa saja yang akan diselidiki pengaruhnya terhadap variabel tak bebas yang sebelumnya sudah ditentukan.

5. Pemisahan faktor kontrol dan faktor gangguan

Faktor-faktor yang diamati dapat dibagi atas faktor kontrol dan faktor gangguan. Faktor kontrol ialah faktor yang nilainya dapat atau ingin diatur sedangkan faktor gangguan merupakan faktor yang nilainya tidak dapat diatur atau jika diatur memerlukan biaya yang besar.

6. Penentuan jumlah level dan nilai level faktor

Semakin banyak jumlah level yang diteliti maka hasil eksperimen lebih teliti. Namun meningkatnya jumlah level berdampak pada biaya penelitian yang juga semakin besar.

7. Perhitungan derajat kebebasan

Perhitungan derajat kebebasan bertujuan untuk menghitung jumlah minimum eksperimen yang harus dilakukan.

8. Pemilihan matriks *orthogonal*

Pemilihan matriks *orthogonal* bergantung pada nilai faktor dan interaksinya serta nilai level tiap faktor. Penentuan nilai faktor serta level faktor mempengaruhi jumlah derajat kebebasan yang nantinya digunakan dalam menentukan matriks *orthogonal* yang digunakan.

9. Penempatan kolom untuk faktor dan interaksi ke dalam matriks *orthogonal*

Taguchi memberikan alat bantu berupa grafik linier dan tabel triangular untuk memudahkan di kolom mana saja diletakkan interaksi faktor pada setiap matriks *orthogonal*.

10. Pelaksanaan eksperimen

Saat pelaksanaan eksperimen, hal yang perlu diperhatikan adalah jumlah replikasi dan randomisasi. Replikasi merupakan pengulangan kembali perlakuan yang sama dalam suatu eksperimen dengan kondisi yang sama untuk meningkatkan ketelitian data eksperimen, mengurangi tingkat kesalahan pada eksperimen, serta memperoleh harga taksiran kesalahan eksperimen, sehingga dapat dilakukan uji signifikan hasil eksperimen. Randomisasi merupakan pengacakan dengan tujuan untuk meratakan pengaruh dari faktor-faktor yang tidak dapat dikendalikan pada semua unit eksperimen, memberikan kesempatan yang sama pada semua unit eksperimen, dan mendapatkan hasil pengamatan yang bebas satu sama lain.

11. Analisis eksperimen

Dalam tahap analisis eksperimen dilakukan beberapa perhitungan, diantaranya:

a. Analisis varians *Taguchi*

Analisis varians *Taguchi* digunakan untuk menganalisis data yang telah tersusun dalam perencanaan eksperimen secara statistika.

b. Uji F

Uji F merupakan pembuktian adanya perbedaan perlakuan dan faktor dalam suatu percobaan. Hipotesis pengujian dalam suatu percobaan atau eksperimen yang terbagi atas H_0 dan H_1 .

H_0 : tidak ada pengaruh perlakuan, sehingga $\mu_1 = \mu_2 = \dots = \mu_j = \mu_k$

H_1 : ada pengaruh perlakuan, sehingga minimal ada satu μ_1 yang tidak sama

c. Strategi *pooling up*

Strategi *pooling up* dirancang untuk mengestimasi variansi *error* pada analisis varians sehingga estimasi yang dihasilkan lebih baik. Hal ini dikarenakan strategi ini mengakumulasi beberapa variasi *error* dari faktor-faktor yang kurang berarti.

d. Rasio S/N

Rasio S/N digunakan untuk memilih faktor-faktor yang memiliki kontribusi pada pengurangan variasi suatu respon.

12. Interpretasi hasil eksperimen

Interpretasi hasil eksperimen *Taguchi* yang dilakukan yaitu:

a. Porsen kontribusi

Merupakan porsi masing-masing faktor dan/atau interaksi faktor yang signifikan terhadap total variansi yang diamati.

b. Interval kepercayaan

Interval kepercayaan atau *convidence interval* terbagi atas interval kepercayaan untuk level faktor, interval kepercayaan pada kondisi perlakuan yang diprediksi, serta interval kepercayaan untuk memprediksi eksperimen konfirmasi.

13. Eksperimen konfirmasi

Eksperimen konfirmasi ialah percobaan yang dilakukan untuk memeriksa kesimpulan yang diperoleh. Langkah-langkah dalam melakukan eksperimen konfirmasi yaitu merancang kondisi optimal untuk faktor dan level yang signifikan, lalu membandingkan rata-rata dan variasi hasil percobaan konfirmasi dengan rata-rata dan variansi yang diharapkan. Eksperimen konfirmasi dinyatakan berhasil jika terjadi perbaikan dari hasil proses yang ada setelah eksperimen *Taguchi* dilakukan atau hasil eksperimen konfirmasi dekat dengan nilai yang diprediksikan.

2.4.3 Karakteristik Kualitas

Karakteristik kualitas ialah obyek yang menarik dari suatu produk atau proses. Karakteristik kualitas menurut Soejanto (2009) yaitu:

1. Semakin kecil, semakin baik (*Smaller the better*)
Merupakan karakteristik kualitas dengan batas nilai 0 dan non negatif dengan nilai semakin kecil atau mendekati nol adalah nilai yang diinginkan.
2. Tertuju pada nilai tertentu (*Nominal the best*)
Merupakan karakteristik kualitas dengan nilai target tidak nol dan terbatas, dengan nilai yang mendekati nilai target adalah yang terbaik.
3. Semakin besar, semakin baik (*Larger the better*)
Merupakan karakteristik kualitas dengan rentang nilai tak terbatas dan non negatif dengan nilai semakin besar adalah yang diinginkan.

2.4.4 Klasifikasi Parameter

Menurut Soejono (2009), ada faktor lain yang mempengaruhi karakteristik kualitas yang dapat diklasifikasikan atas faktor gangguan, faktor kontrol, faktor signal, dan faktor skala.

1. Faktor gangguan
Merupakan parameter yang menyebabkan penyimpangan karakteristik kualitas dari nilai target. Faktor ini mempengaruhi karakteristik secara tidak terkendali dan sulit diprediksi. Faktor ini perlu dikendalikan dalam skala kecil meskipun sulit, mahal dan tidak menjadi sasaran pengendalian.
2. Faktor kontrol
Merupakan parameter yang nilai-nilainya ditentukan dan mempunyai lebih dari satu nilai yang biasa disebut dengan level. Di akhir eksperimen, suatu level faktor kontrol yang sesuai dipilih.
3. Faktor signal
Merupakan faktor-faktor yang mengubah nilai-nilai karakteristik kualitas yang sebenarnya diukur. Karakteristik kualitas dimana faktor signal memiliki nilai konstan disebut karakteristik statis.
4. Faktor skala
Merupakan faktor yang digunakan untuk mengubah rata-rata level karakteristik kualitas untuk mencapai hubungan fungsional antara faktor signal dan karakteristik kualitas. Nama lain dari faktor skala adalah faktor penyesuaian.

2.4.5 *Orthogonal Array*

Orthogonal array merupakan matriks yang elemen-elemennya disusun menurut baris dan kolom dimana kolom merupakan faktor yang dapat diubah dalam eksperimen, sedangkan baris merupakan kombinasi level dari faktor dalam eksperimen (Soejanto, 2009). Suatu matriks dikatakan *orthogonal* karena level-level dari faktor dapat dipisahkan dari pengaruh faktor lain dan berimbang. Agar dapat menentukan *orthogonal array* yang sesuai, maka perlu dilakukan prosedur sebagai berikut.

1. Mendefinisikan jumlah faktor dan levelnya

Pada tahap ini peneliti melakukan pengamatan terhadap parameter-parameter yang ada dalam suatu proses produksi atau mesin produksi. Dari parameter-parameter tersebut kemudian ditentukan level pengamatan untuk tiap faktor yang ada.

2. Menentukan derajat kebebasan

Derajat kebebasan merupakan konsep yang mendeskripsikan seberapa besar eksperimen yang harus dilakukan dan seberapa banyak informasi yang didapatkan dari eksperimen tersebut. Persamaan umum dari derajat kebebasan matriks *orthogonal* (V_{MO}) untuk menentukan jumlah eksperimen yang diamati yaitu sebagai berikut.

$$V_{MO} = (\text{banyaknya eksperimen} - 1) \quad (2-1)$$

Sumber: Soejanto (2009)

Derajat kebebasan faktor-faktor dan level-level (V_{fl}) untuk menghitung jumlah level yang harus diuji dihitung dengan persamaan berikut.

$$V_{fl} = (\text{banyaknya level} - 1) \quad (2-2)$$

Sumber: Soejanto (2009)

Persamaan total derajat kebebasan yaitu sebagai berikut.

$$\text{Total } V_{fl} = (\text{banyaknya faktor}) \cdot (V_{fl}) \quad (2-3)$$

Sumber: Soejanto (2009)

3. Memilih matriks *orthogonal*

Saat pemilihan matriks *orthogonal* yang sesuai diperlukan suatu persamaan yang merepresentasikan jumlah faktor, jumlah level dan jumlah pengamatan. Bentuk umum model matriks *orthogonal* adalah:

$$La(b^c)$$

Dimana:

L = rancangan bujursangkar latin

a = banyak baris/eksperimen

b = banyak level

c = banyak kolom/faktor

4. Mempertimbangkan interaksi yang mungkin

2.4.6 Two-way Analysis of Variance (Two-way ANOVA)

Menurut Soejanto (2009), analisis varians merupakan suatu metode statistik yang digunakan untuk menginterpretasikan data-data hasil perhitungan yang memperkirakan kontribusi dari setiap faktor pada semua pengukuran respon. Langkah-langkah dalam melakukan perhitungan analisis varians yaitu:

1. Menghitung respon rata-rata untuk masing-masing eksperimen
2. Menghitung rata-rata eksperimen keseluruhan

$$\bar{y} = \frac{\sum y}{n} \quad (2-4)$$

Sumber: Soejanto (2009)

3. Membuat tabel respon

Membuat tabel respon seperti pada Tabel 2.1.

Tabel 2.14

Tabel Respon Pengaruh Faktor

	A	B	C	Faktor p
Level 1				
Level 2				
Level q				
Selisih				
Ranking				

Sumber: Soejanto (2009)

4. Menghitung jumlah kuadrat total

$$ST = \sum y^2 \quad (2-5)$$

Sumber: Soejanto (2009)

5. Menghitung jumlah kuadrat rata-rata

$$Sm = n \cdot \bar{y}^2 \quad (2-6)$$

Sumber: Soejanto (2009)

6. Menghitung jumlah kuadrat faktor-faktor

$$SA = \{n_{A1} \times (\bar{A1})^2\} + \{n_{A2} \times (\bar{A2})^2\} + \dots + \{n_{Aq} \times (\bar{Aq})^2\} - Sm \quad (2-7)$$

Sumber: Soejanto (2009)

SA merupakan perhitungan jumlah kuadrat untuk faktor A. Selanjutnya dilakukan perhitungan jumlah kuadrat untuk faktor-faktor lainnya.

7. Menghitung jumlah kuadrat *error*

$$Se = ST - Sm - SA - SB - \dots - Sp \quad (2-8)$$

Sumber: Soejanto (2009)

8. Membuat tabel *Two-way* ANOVA

Tabel 2.15

Tabel *Two-way* ANOVA

Sumber	Sq	V	Mq	F-ratio
Faktor A				
Faktor p				
Error				
Rata-rata				
Total				

Sumber: Soejanto (2009)

9. Menghitung derajat kebebasan

Untuk menghitung derajat kebebasan matriks *orthogonal* (V_{MO}), menggunakan rumus sebagai berikut.

$$V_{MO} = (\text{banyaknya eksperimen} - 1) \quad (2-9)$$

Sumber: Soejanto (2009)

Derajat kebebasan untuk menghitung jumlah level yang harus diuji dihitung dengan persamaan berikut.

$$V_{ff} = (\text{banyaknya level} - 1) \quad (2-10)$$

Sumber: Soejanto (2009)

10. Menghitung rata-rata jumlah kuadrat

$$Mq_A = \frac{Sq_A}{v_A} \quad (2-11)$$

Sumber: Soejanto (2009)

Mq_A merupakan rumus untuk menghitung rata-rata jumlah kuadrat faktor A. Selanjutnya dilakukan perhitungan rata-rata jumlah kuadrat untuk masing-masing faktor.

11. Menghitung F-ratio

F-ratio dihitung dengan cara membagi rata-rata jumlah kuadrat terhadap jumlah kuadrat *error*.

$$F_p = \frac{Mq_p}{S_e} \quad (2-12)$$

Sumber: Soejanto (2009)

12. Menghitung nilai S' masing-masing faktor

Nilai S' merupakan jumlah kuadrat sesungguhnya dari suatu faktor.

$$S' = S \text{ faktor} - (V \text{ faktor} \times Mq \text{ error}) \quad (2-13)$$

Sumber: Soejanto (2009)

13. Menghitung persen kontribusi masing-masing faktor

$$\rho = \frac{S' \text{ faktor}}{S_t} \times 100\% \quad (2-14)$$

Sumber: Soejanto (2009)

2.4.7 Pooling Faktor yang Tidak Signifikan

Perhitungan analisis varians menunjukkan pentingnya faktor. Untuk menghindari kesalahan, disarankan hanya menggunakan setengah derajat kebebasan dari matriks *orthogonal* yang digunakan dalam eksperimen (Soejanto, 2009). Perhitungannya dilakukan sama seperti analisis varians, dengan penambahan kolom yang diberi nama *pool* dan baris yang diberi nama *pooled error*. *Pooling* faktor dilakukan pada faktor yang memiliki jumlah kuadrat terkecil.

2.4.8 Signal Noise to Ratio (S/N Ratio)

Metode *Taguchi* mengembangkan konsep rasio S/N untuk eksperimen yang melibatkan banyak faktor atau yang sering disebut eksperimen faktor ganda. Rasio S/N diformulasikan sehingga peneliti dapat memilih nilai faktor terbesar untuk mengoptimalkan karakteristik kualitas eksperimen. Tujuan eksperimen faktor ganda yaitu untuk meminimalkan sensitivitas karakteristik kualitas terhadap faktor gangguan.

Perhitungan rasio S/N bergantung pada karakteristik kualitas suatu eksperimen. Dalam penelitian ini, karakteristik kualitas yang digunakan adalah *smaller the better*. Dalam hal ini, karakteristik kualitas adalah kontinyu, tidak negatif, dan nilai yang diinginkan adalah 0. Nilai rasio S/N untuk *smaller the better* yaitu:

$$\eta = -10 \log 10 (MSD) \quad (2-15)$$

Sumber: Soejanto (2009)

Rumus perhitungan MSD adalah sebagai berikut.

$$MSD = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n Y_i^2 = \sigma^2 + \bar{y}^2 \quad (2-16)$$

Sumber: Soejanto (2009)

2.4.9 Interval Kepercayaan

Interval kepercayaan merupakan nilai maksimum dan minimum yang diharapkan nilai rata-rata sebenarnya tercakup dalam rentang tersebut beberapa persentase kepercayaan tertentu (Soejanto, 2009). Perhitungan interval kepercayaan yang dilakukan dalam penelitian ini yaitu interval kepercayaan perkiraan rata-rata dan interval kepercayaan eksperimen konfirmasi.

1. Interval kepercayaan perkiraan rata-rata

Langkah untuk menghitung interval kepercayaan rata-rata yang diprediksi (*predicted mean*) adalah sebagai berikut.

$$\mu_{predicted} = \bar{y} + (\text{faktor terpilih 1} - \bar{y}) + \dots + (\text{faktor terpilih n} - \bar{y}) \quad (2-17)$$

Sumber: Belavendram (1995)

Dimana:

\bar{y} = rata – rata nilai hasil dari faktor yang terpilih setelah *pooled*

$$Cl_{mean} = \sqrt{\left(F_{\alpha, v1, v2} \times Ve \times \frac{1}{n_{eff}}\right)} \quad (2-18)$$

Sumber: Belavendram (1995)

$$n_{eff} = \frac{\text{total number of degree of freedom}}{\text{sum of degree of freedom used in estimate of mean}} \quad (2-19)$$

Sumber: Belavendram (1995)

Dimana:

$F_{\alpha, v1, v2}$ = Nilai *F-ratio* dari tabel

$\alpha = 0,05$

V1 = Derajat kebebasan untuk pembilang yang berhubungan dengan suatu rata-rata.

V2 = Derajat kebebasan untuk penyebut yang berhubungan dengan variasi *pooled error*.

Rumus interval kepercayaan pada tahap *predicted mean* adalah sebagai berikut.

$$\mu_{predicted} - Cl_{mean} \leq \mu_{predicted} \leq \mu_{predicted} + Cl_{mean} \quad (2-20)$$

Sumber: Belavendram (1995)

2. Interval kepercayaan eksperimen konfirmasi

Langkah perhitungan interval kepercayaan eksperimen konfirmasi adalah sebagai berikut.

$$Cl = \sqrt{F_{\alpha, v1, v2} \times Ve \times \left(\frac{1}{n_{eff}} + \frac{1}{r}\right)} \quad (2-21)$$

Sumber: Belavendram (1995)

Dimana:

$\frac{1}{r}$ = jumlah replikasi yang dilakukan saat uji konfirmasi

Rumus interval kepercayaan pada tahap uji konfirmasi adalah sebagai berikut.

$$\mu_{predicted} - CI \leq \mu_{confirmation} \leq \mu_{confirmation} + CI \quad (2-22)$$

Sumber: Belavendram (1995)


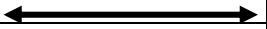


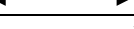
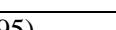
2.4.10 Eksperimen Konfirmasi

Eksperimen konfirmasi merupakan eksperimen yang dilaksanakan dengan melakukan pengujian yang menggunakan kombinasi tertentu dari faktor dan level faktor hasil evaluasi sebelumnya. Dalam eksperimen konfirmasi ini penting untuk menentukan kombinasi level terbaik dari faktor-faktor yang signifikan dan faktor-faktor yang tidak signifikan ditetapkan di sembarang level. Tujuan dari eksperimen konfirmasi yaitu untuk memvalidasi kesimpulan

yang telah diperoleh selama tahap analisis. Hal ini dikarenakan adanya pencampuran di dalam kolom sehingga kesimpulan yang diperoleh harus dianggap kesimpulan awal, sehingga perlu dilakukan validasi dengan eksperimen konfirmasi.

Tabel 2.16

Perbandingan Interval Kepercayaan Untuk Kondisi Optimal dan Konfirmasi

Kondisi	Perbandingan	Keterangan	Keputusan
A		<i>Predicted</i>	Diterima
		Konfirmasi	
B		<i>Predicted</i>	Diterima
		Konfirmasi	
C		<i>Predicted</i>	Ditolak
		Konfirmasi	

Sumber: Belavendram (1995)

Halaman ini sengaja dikosongkan